

Лайтакариит Bi_4Se_2S с примесью теллура. Имеет свинцово-серый цвет. Ассоциирует с самородным Bi , халькопиритом, сфалеритом и др.

Гуанахуатит Bi_2Se_3 . В игольчатых кристаллах массивный, зернистый, листоватый или волокнистый. Голубовато-серый. Очень редкий (синоним селенобисмутит). Сходный, по рентгеновским данным, с теллуробисмутитом, из-за чего получил название «парагуанахуатит». Позднее на искусственном и природном материалах установили, что название «парагуанахуатит» излишне.

Таким образом, теллур, как элемент, дает соединения с водородом, кислородом, серой, железом, никелем, медью, сурьмой, золотом, ртутью, свинцом и с висмутом, как элемент – примесь содержится в таких главных минералах руд Кочбулака, как пирит, халькопирит, тетраэдрит, галенит, сфалерит. Наименьшее содержание теллура в галените-II (2 г/т), пирите-I (11 г/т), сфалерите (133 г/т). Максимальное содержание теллура установлено в тетраэдрите (18200 г/т). Средние содержания теллура, в рудах месторождения Кочбулак, характерны для халькопирита-II (1075 г/т), галенита-I (1375 г/т) и пирита-II (4660 г/т). В кварце теллур не установлен.

Селен, найден в теллуридах, имеет высокие содержания в пирите, галените, блеклой руде, установлен в самостоятельном минерале – кавачулите. Основным минералом носителем Se в рудах является пирит-II (608 г/т). Селен в кварце не установлен.

Список литературы

1. Валейшо С.О., Голощук П.М., Мансуров М.М. Геология Кочбулакского рудного поля // Рудные формации и основные черты металлогении золота в Узбекистане. Ташкент: Фан, 1969. С. 4–56.
2. Коваленкер В.А. Эпитермальное золото-теллуридное месторождение Кочбулак (Узбекистан) // Геология рудных месторождений. Ташкент: 1997. Том 39. № 2. С. 127–152.
3. Маркова Э. А. Минералого-геохимические особенности золоторудных жил Кочбулакского рудного поля // Рудные формации и основные черты металлогении в Узбекистане. Ташкент: Фан, 1969. С. 57–69.
4. Рудные месторождения Узбекистана, Ташкент. ГИДРОИНГЕО. 2001. С. 240–245.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕТАКОМАТИИТОВ КОСТМУКШСКОЙ ЗЕЛЕНОКАМЕННОЙ СТРУКТУРЫ

Климовская Е.Е.

Институт геологии Карельского научного центра РАН, klimeee@gmail.com

Введение. Коматииты раннедокембрийских зеленокаменных осадочно-вулканогенных комплексов, а также их интрузивные комагматы, являются перспективными на выявление в областях их развития месторождений и проявлений талькового камня. В литературе имеются упоминания о формировании тальк-карбонатных пород в коматиитах зеленокаменных поясов Норсман-Вилуна в Западной Австралии, Барбертон в Южной Африке, Абитиби в Канаде, Морро до Ферро в Бразилии, Шангани в Зимбабве, в Верховцевской, Сурской зеленокаменных структурах в Украине. На Карельском кратоне Фенноскандинавского щита известны месторождения и проявления талькового камня в зеленокаменных поясах Суомуссалми, Кухмо, в Каменноозерской, Хаутаваарской, Рыбозерской, Уросозерской зеленокаменных структурах. В пределах данных структур залежи тальковых пород приурочены к толщам переслаивающихся потоков коматиитов; линзам оливиновых мезо- и адкумулатов, сформированным при турбулентном характере излияния в центральных лавовых каналах; а также массивам ультрамафитов, комагматичным коматиитам.

Необычные физические свойства коматиитовых расплавов, включающие низкую вязкость и широкий температурный интервал, в течение которого единственной кристаллизующейся фазой является оливин (между ликвидусом и температурой кристаллизации других силикатных фаз), приводят к формированию широкого спектра составов и структурных разновидностей по-

род, обусловленного фракционированием и аккумуляцией оливина. Концентрации MgO в отдельных дифференцированных потоках могут варьировать более чем на 25 мас. % (в коматиитовых потоках района Алексо, Абитиби, Канада, содержание MgO меняется от 19 мас. % в спинифекс зоне до 45 мас. % в кумулятивной зоне) (Arndt et al., 2008).

Ввиду значительной изменчивости составов ультраосновных вулканитов коматиитового ряда важным является изучение особенностей карбонатизации коматиитов различного химического состава и выявление основных закономерностей образования в них различных природных типов талькового камня.

Объекты исследования. Исследования проводились в юго-западной части Костомукшской зеленокаменной структуры, на месторождении талькового камня Озерки и проявлении Пентинсуо, приуроченных к метакоматиитам рувинварской свиты контоксской серии мезоархея.

На месторождении Озерки метакоматииты формируют серию крутопадающих переслаивающихся дифференцированных, массивных потоков и лавобрекчий с редкими прослоями туфового материала. Первично магматические минералы в породах не сохраняются, метакоматииты представлены породами хлорит-амфиболового, (карбонат)-амфибол-тальк-хлоритового и карбонат-хлорит-талькового (тальковый камень) состава. На отдельных участках отмечается развитие флогопитизированных пород.

На проявлении Пентинсуо метаультрамафиты формируют крутопадающее пластообразное тело северо-восточного простирания, сложенное в центральной части метаперидотитами, к периферии сменяющимися массивными, подушечными лавами метакоматиитов, потоками коматиитовых и толеитовых метабазальтов. В центральной части проявления обнажаются массивные антигоритовые серпентиниты, образующие изометричное в плане тело размером 100×75 м. Серпентиниты рассечены карбонатными прожилками и по периферии переходят в хлорит-карбонат-тальковую породу (тальковый камень).

Методы исследования. Фактический материал по месторождению Озерки получен при документации керн скважин, пробуренных при поисково-оценочных работах на тальковый камень. На проявлении Пентинсуо пробы для исследования отобраны из естественных обнажений, из керн двух скважин, также проанализирован материал, полученный при пенетрационном бурении.

Минеральный состав исследуемых проб установлен методами оптической микроскопии, электронной микроскопии с приставкой для микроанализа, рентгенофазового и термогравиметрического анализа. Изучение морфологии и химического состава породообразующих минералов проведено на сканирующем электронном микроскопе VEGA II LSH с энергодисперсионным микроанализатором INCA Energy 350 (напряжение 20 кВ). Химический состав проб определен методом силикатного анализа в аналитическом центре ИГ КарНЦ РАН.

Результаты и их обсуждение. Изучение минералого-петрографических особенностей метакоматиитов Костомукшской структуры показало, что образование талькового камня происходило в результате наложенных гидротермально-метасоматических процессов преобразования метаморфизованных ультрамафитов в тектонически ослабленных зонах под воздействием H_2O-CO_2 флюидов.

Наиболее ранним процессом преобразования ультрамафитов исследуемых объектов явилась серпентинизация на этапе регионального метаморфизма. На проявлении Пентинсуо первичная минеральная ассоциация перидотитов замещена антигоритом и магнетитом. В пределах участков месторождения Озерки ранний метаморфический парагенезис сохранился частично и в значительной степени замещен в результате наложенных процессов карбонатизации и оталькования.

Исследования метакоматиитов за пределами месторождения показали, что минеральная ассоциация метакоматиитов контролируется химическим составом соответствующих зон лавовых потоков. При концентрации MgO менее ~ 26 мас. % минеральный парагенезис представлен хлоритом, амфиболом (тремолит-актинолит) и магнетитом. Данный парагенезис характерен для кровельных и спинифекс зон в дифференцированных потоках метакоматиитов. При большем содержании MgO и отношении $MgO/(MgO+CaO) > 0.84$ породы сложены серпентином,

амфиболом, хлоритом и магнетитом. С ростом концентрации MgO, обусловленным увеличением содержания оливина в исходных коматиитах, возрастает количество серпентина в метаморфизованных разновидностях, при MgO более ~30 мас. % и $MgO/(MgO+CaO) > 0.92$ порода сложена преимущественно серпентином и магнетитом.

Следующий этап преобразования коматиитов носит локальный характер и связан с привнесением H₂O-CO₂ флюидов по проницаемым зонам северо-восточного направления.

На проявлении Пентинсуо в метаперидотитах серпентин замещается ассоциацией талька и брейнерита. Входящий в состав антигорита и хромшпинелидов глинозем связывается в хлорите. Ортокумулаты, отличающиеся повышенными содержаниями кальция и алюминия в интеркумулусной массе, преобразуются в доломит-хлорит-тальковые породы.

На месторождении Озерки вследствие неоднородности строения коматиитовой толщи установлена избирательная гидротермально-метасоматическая проработка пород под воздействием H₂O-CO₂ растворов в зависимости от вещественного состава протолита и удаленности от зоны тектоники.

При концентрации в растворе CO₂, достаточной для формирования ассоциации талька и карбоната, образование талькового камня контролируется содержанием MgO в породе. В дифференцированных лавовых потоках тальковый камень образуется преимущественно в высокомагнезиальных кумулятивных зонах, отличающихся высоким содержанием серпентина, в кровельных и спинифекс зонах в различной степени сохраняется ранняя амфибол-хлорит-магнетитовая минеральная ассоциация. Тальк и карбонат формируются за счет разложения серпентина и амфибола. Содержание хлорита в тальковом камне контролируется концентрацией глинозема в соответствующих зонах потоков.

При определенной степени гидротермально-метасоматической проработки пород вариации состава хлорита, талька и карбоната в разрезе лавовых потоков обусловлены изменениями концентраций петрогенных элементов, в особенности содержания MgO в породе. Содержания MgO в породе проявляют положительную корреляцию с концентрациями Mg в хлорите и тальке; отрицательную с Fe в тальке, а также с Al и Fe в хлорите. На исследованных объектах карбонат ряда магнетит-сидерит образуется только в наиболее магнезиальных зонах за счет реакций с участием серпентина, в дифференцированных потоках содержание MgO выше ~28 мас. % и $CO_2/CaO > 1.7$. Отношение брейнерит/доломит увеличивается с ростом отношения $MgO/(MgO+CaO)$ в породе. Появление в метакоматиитах доломита (при отсутствии привноса растворами Ca) предшествует образованию брейнерита и его количество контролируется содержанием тремолита в породе.

На исследуемых объектах установлено увеличение железистости брейнерита, доломита, хлорита и в меньшей степени талька в направлении тектонически ослабленных зон, сопряженное с уменьшением содержания магнетита в породе (Климовская, Климовский, 2012) и переходом части окисного железа в закисное, что свидетельствует о возрастании кислотности среды и о восстановительных условиях минералообразования. Падение химического потенциала углекислоты может быть связано с уменьшением ее в растворах по мере проникновения в породы и взаимодействия с ними либо с общим падением давления раствора с удалением от зоны тектоники.

На участках распространения наиболее проработанных H₂O-CO₂ растворами пород в тектонически ослабленных зонах отмечается развитие карбонатов с пятнистой и концентрической зональностью, обусловленной различным содержанием сидеритового минала. Это может быть вызвано различной активностью CO₂, изменением окислительно-восстановительного потенциала или кислотности-щелочности растворов (Коренбаум, 1967; Сазонов, 1975). Повышению железистости карбонатов способствует увеличение концентрации или давления углекислоты, снижению – увеличение щелочности растворов так же, как и окислительного потенциала.

Для брейнерита месторождения Озерки характерно нарастание доломита, замещение зерен по периферии и по трещинам спайности доломитом и кальцитом и выделение вдоль трещинок сидерита. На проявлении Пентинсуо вблизи тектонически ослабленных зон установлено заме-

щение зональных зерен брейнерита доломитом поздней генерации. Это свидетельствует о привносе гидротермальными растворами кальция на поздней стадии преобразования ультрамафитов. По кальцит-доломитовому геотермобарометру (Таланцев, 1981) условия преобразования пород на данной стадии оцениваются в 390–430 °С, 1–3 кбар. Образование кальцита происходит в более щелочных условиях, чем формирование карбонатов рядов доломит-анкерит и магнезит-сидерит (Сазонов, 1975).

Развитие флогопитизированных пород по низкомагнезиальным метакоматиитам и биотитов в составе реакционной зональности на контактах талькового камня с дайковыми телами основного состава и вмещающими метабазальтами указывает на повышенный химический потенциал калия в воздействующих гидротермальных растворах.

Выводы. На изученных объектах юго-западной части Костомукшской зеленокаменной структуры формирование талькового камня имеет полистадийный характер и связано с наложенными процессами преобразования высокомагнезиальных потоков метакоматиитов и коматиитовых метаперидотитов под действием углекислых растворов с привносом кальция и калия. Некоторые отличия вещественного состава талькового камня исследованных объектов отражают специфику коматиитов различных вулканических фаций.

Характерной особенностью залежей талькового камня, сформированного по переслаивающимся дифференцированным и массивным потокам коматиитов является невыдержанность по площади вещественного состава полезного ископаемого и возможное присутствие прослоев амфиболсодержащих пород. Ведущим природным типом талькового камня, приуроченного к мало-мощным потокам коматиитов удаленных от центра излияния фаций вулканизма, является карбонат-хлорит-тальковый. В более мощных проксимальных лавовых потоках возможно формирование талькового камня хлорит-карбонат-талькового и тальк-карбонатного типов.

Наиболее перспективными площадями для проведения поисковых работ являются области вблизи эруптивных центров, где возможно развитие обширных лавовых покровов, представленных адкумулатными дунитами; участки развития центральных лавовых каналов, сложенных мезокумулатными перидотитами; а также субвулканические аналоги коматиитов.

Список литературы

1. Климовская Е.Е., Климовский А.В. Геологическая природа магнитных аномалий на месторождении талькового камня Озерки (Костомукшская зеленокаменная структура). // Труды Карельского научного центра РАН. 2012. № 3. С. 78–86.
2. Коренбаум С.А. Минеральные парагенезисы тальковых месторождений. М.: Наука, 1967. 455 с.
3. Сазонов В.Н. Лиственитизация и оруденение. М: Наука, 1975. 172 с.
4. Таланцев А.С. Геотермобарометрия по доломит-кальцитовым парагенезисам. М: Наука, 1981. 136 с.
5. Arndt N.T., Leshar C.M., Barnes S.J. Komatiite. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. 467 p.

БАЗИТОВЫЕ ВУЛКАНОСТРУКТУРЫ АЛМАЗОНОСНЫХ РАЙОНОВ НА ВОСТОКЕ ТУНГУССКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

Коробков Я.С.¹, Лыткин К.А.¹, Коробков И.Г.²

¹ВГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО) г. Мирный

²АО Росгеология Северо-западное ПГО г. Санкт-Петербург

В геологическом строении данного региона образования трапповой формации играют весьма значительную роль. Поля их развития только на дневной поверхности здесь составляют от 50 до 80% и более. На основании материалов наших многолетних специализированных исследований, выполненных в рамках алмазопроисковых и тематических работ, включающих изучение взаимоотношений данных магматитов с вмещающими осадками и между